



圖 1 大安森林公園內之大生態池



圖 2 大安森林公園內之小生態池

大安森林公園生態池之藻類與水環境

THE ALGAE AND WATER ENVIRONMENT OF THE ECOLOGICAL POND IN DAAN PARK

吳俊宗 中央研究院生物多樣性研究中心
國立台灣大學生態與演化生物研究所
高麗珠 中央研究院生物多樣性研究中心
徐彥斌 中央研究院生物多樣性研究中心

Wu, Jiunn-Tzong Biodiversity Research Center, Academia Sinica,
Institute of Ecology and Evolutionary Biology, National Taiwan University
Kow, Lai-chu Biodiversity Research Center, Academia Sinica
Hsu, Yen-bin Biodiversity Research Center, Academia Sinica

大安森林公園有個生態池，它是遊客駐足和賞鳥的重要據點之一。其實，公園內有一個較大的生態池，另有一個小生態池。大生態池中央有小島，上面長著茂密的植物，提供鳥類特別是水鳥的棲息地，因此隨時都有許多水鳥棲息於其間（圖 1）。由於小島有生態池環繞於其外圍，儼然成為護島河，因而使得鳥類能優遊和棲息於島上，並在島上繁殖。小生態池只有十餘坪大，只能算是小池塘（圖 2）。

在約一年以前，生態池曾滋長許多水芙蓉，但在今年已被清除。從景觀上看，沒了水芙蓉的生態池似乎看來較清爽，可是水質卻產生一些變化，池水漸呈深綠色，優養化的程度似乎變得嚴

重。大安森林公園是一個公共空間，每日造訪生態池的遊客不少，池水之水質好壞關係著生態池內棲息的生物，也與公園的品質密切相關，因此調查生態池的水質優養化程度和了解池內的藻類相，是極為重要的基礎工作。

不論大生態池（以下簡稱大池）或小生態池（以下簡稱小池），對於其水質狀況所知極為有限，池中的藻類相資料更是付之闕如。因此，在調查大池之水質同時，也將藻類相一併納入調查。調查工作從本年度年初開始，為期半年。目的除瞭解生態池之水質狀況及藻類多樣性外，並以藻類為環境指標，來探討生態池之環境和污染源。

水質優養化評估

台北市內的公園池塘普遍都有水質優養化的現象。要評估水質優養化的程度，國內常用卡爾森優養指數法，那是一種利用水的透明度、水中葉綠素 a 及總磷含量等三個參數，來量化優養化狀況的模式。依此模式，其指數值低於 40 為貧養級，介於 40~50 間為中養級，大於 50 為優養級水質。此優養指數法適用多數的水庫和池塘。

利用前述之卡爾森指標模式來評估大安森林公園內之大生態池時，所得之優養指數值介於 75~84 之間，平均為 79.2；小池塘之指數值較低，介於 55~69 之間，平均為 62.3(圖 3)。由指數值明顯看出，二個生態池都是過度優養化，而以大生態池之優養化程度較嚴重。

水質優養化的程度和季節有關，如冬季時的優養指數值較低，入春後水溫和光照度增高，優養化指數值也隨之增高，表示優養化的程度提高。

生態池的藻類

大安森林公園內大、小生態池內之浮游藻類密度差異很大，大生態池之浮游藻類密度每毫升在 $1.12 \times 10^7 \sim 16.27 \times 10^7$ 藻細胞之間，目視就可以看出水色呈深綠色；葉綠素 a 濃度測值在

102~208 $\mu\text{g/L}$ 之間。一般水域如其葉綠素 a 濃度測值高於 12~15 $\mu\text{g/L}$ 即表示為優養化。顯然地，單以葉綠素 a 濃度測值就可看出此生態池屬於超優養級之水質。

小生態池之水色僅微帶綠色，葉綠素 a 濃度測值在 6~18 $\mu\text{g/L}$ 之間，浮游藻類密度每毫升在 $2.00 \times 10^6 \sim 13.39 \times 10^6$ 藻細胞之間，約僅為大生態池的十分之一。水質看似比大池略好，但是值得一提的是，小生態池內經年滋長著許多水綿 (*Spirogyra*) (圖 4)，它屬於大型的附生藻類，不納入一般的葉綠素 a 濃度測量範圍值。因此，以葉

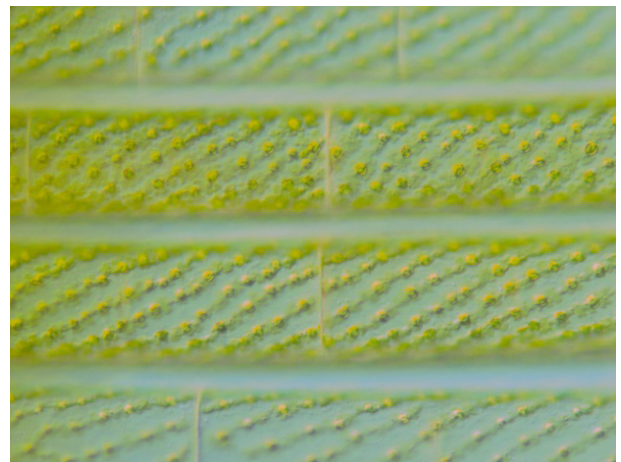


圖 4 小生態池滋長許多水綿 (*Spirogyra pulchrrifigurata*)。

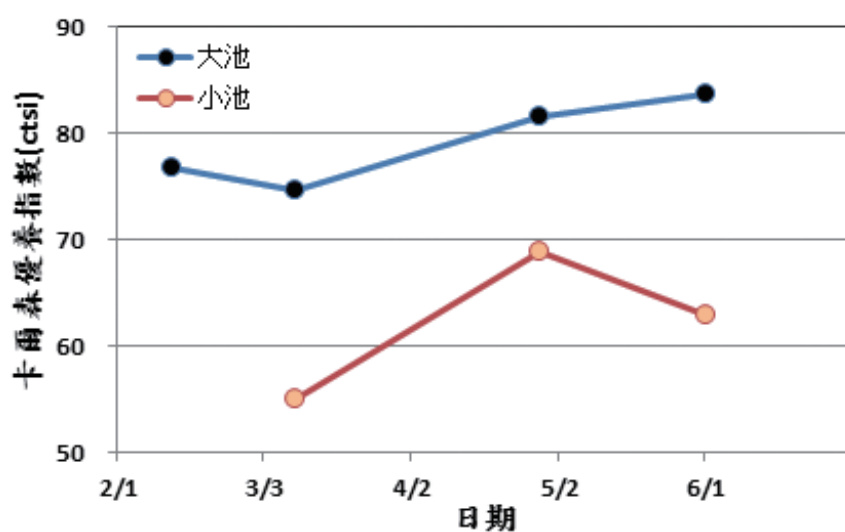


圖 3 公園內大、小生態池之卡爾森優養指數值的變化情形，顯示二者都屬於超優養化水質，而大池之優養化程度較嚴重。

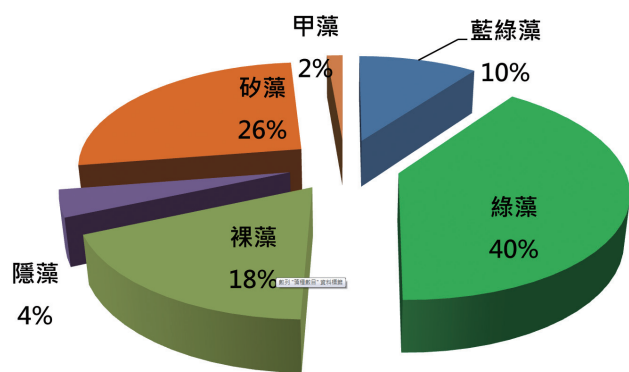


圖 5 大生態池之藻種組成。

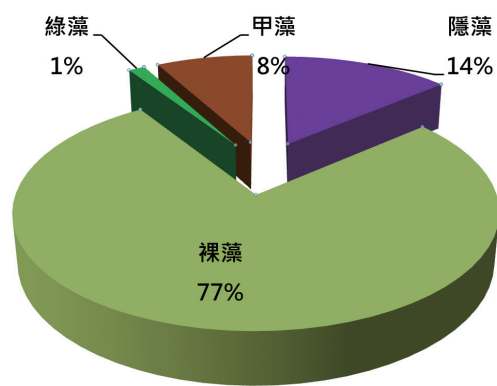


圖 12 小生態池之浮游藻類組成。



圖 6 生態池中發現 15 種柵藻，*Scenedesmus opoliensis* 為其中之一



圖 7 生態池因有機污染而滋長許多眼蟲 (*Euglena*)

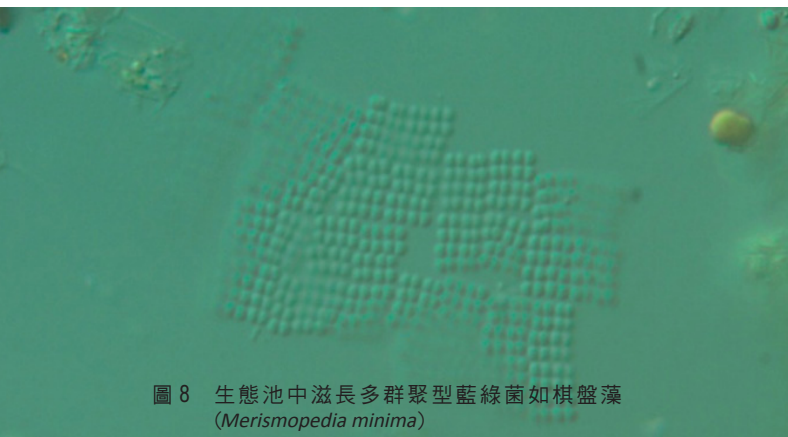


圖 8 生態池中滋長多群聚型藍綠菌如棋盤藻 (*Merismopedia minima*)

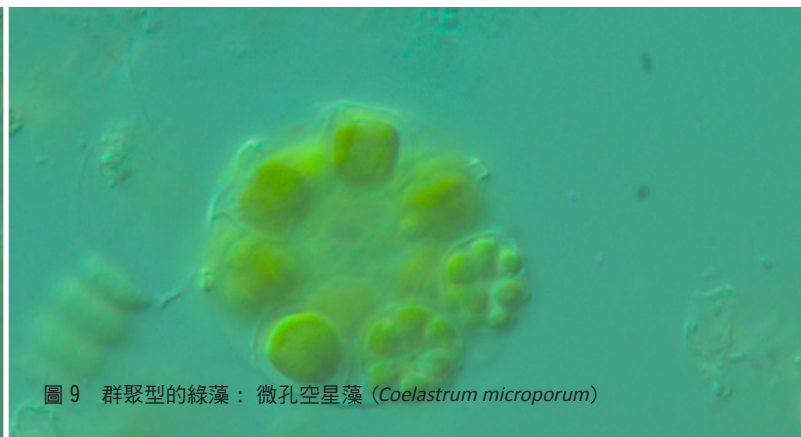


圖 9 群聚型的綠藻：微孔空星藻 (*Coelastrum microporum*)

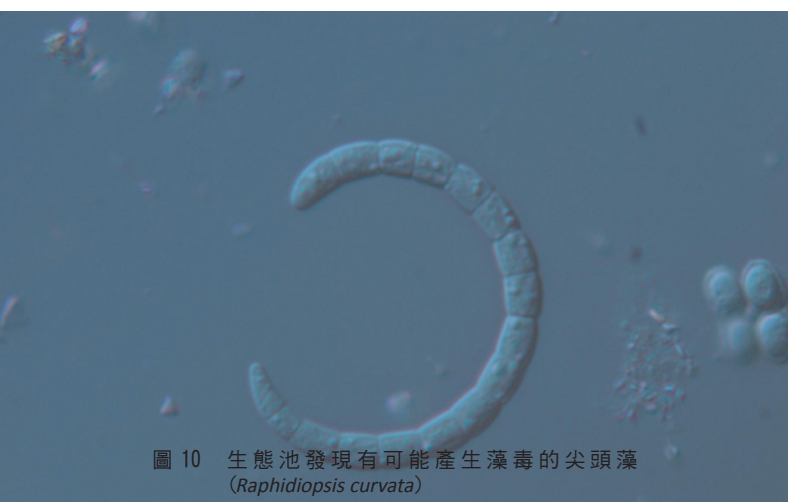


圖 10 生態池發現有可能產生藻毒的尖頭藻 (*Raphidiopsis curvata*)

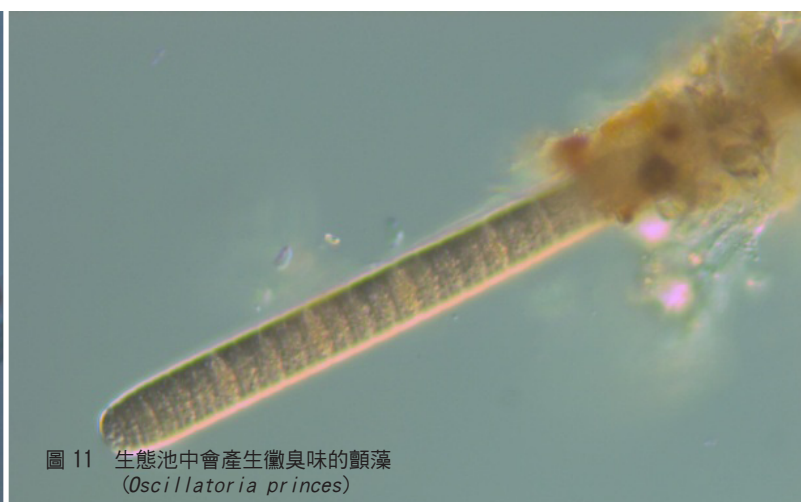


圖 11 生態池中會產生黴臭味的顫藻 (*Oscillatoria princeps*)

綠素 a 濃度測值為單項指標所反映之水質優養化程度，會有低估的情形，實際上之水質優養化程度要高出許多。

二個生態池內總計發現 149 藻種，其中以綠藻類 60 種最多，然後依次為矽藻 39 種，裸藻 27 種，藍綠菌(藻)15 種，隱藻 6 種，甲藻 2 種。大生態池總計出現 66 藻屬，其中以綠藻類 30 屬最多，依次為矽藻 18 屬，藍綠藻 9 屬，裸藻 4 屬，隱藻 3 屬，甲藻 2 屬(參見圖 5)。

大生態池出現之藻種中，由少數藻種呈優勢的情形很普遍，其中以綠藻類的柵藻屬(*Scenedesmus*)有 15 種最多(圖 6)，次多的如裸藻類之眼蟲屬(*Euglena*)9 種(圖 7)，扁裸藻屬(*Phacus*)8 種和矽藻類之舟形藻屬(*Navicula*)8 種等，這些優勢藻屬都是污染嚴重的環境下常見的藻類。

生態池中出現的許多藻類屬於群聚型，如藍綠菌類的棋盤藻(*Merismopedia minima*)(圖 8)和許多綠藻類如空星藻(*Coelastrum microporum*)(圖 9)等。

出現的藻類中也有會產生藻毒的種類，如尖頭藻(*Raphidiopsis curvata*)(圖 10); 也有會產生黴臭味的種類，如顫藻(*Oscillatoria princeps*)(圖 11)。

小池出現之浮游藻類和大池有很大不同，池內以裸藻最佔優勢，隱藻類次之，甲藻類再次之，綠藻類出現數量不多(圖 12)。不過，小池出現許多大型水綿(*Spirogyra*)(參見圖 4)，屬於綠藻類，用肉眼可見，且數量多，是實際上最大的優勢藻類。

藻類群落種歧異度

種歧異度常用於評估藻類群落中的種類歧異性高低，它是由組成藻種和其出現的頻度綜合計算的指數值。若少數之藻種出現數量較多，而多數之藻種其出現數量較少，即表示種歧異度低。此時少數出現之優勢種控制著水中大部份能量及營養資源，是一種水環境惡化的現象。換言之，種歧異度指數值的高低即反映水環境的優劣，而與污染或水質優養化程度有密切關係。

最常用的藻類種歧異度指標是 Shannon 指數，其數值多介於 0~5 之間，數值愈高，表示環境愈自然愈好。公園內大池之 Shannon 指數值在調查期間介於 3.0~3.9，平均 3.4。Shannon 指數值的高低隨著藻類密度增高而下降，而藻類密度增高係隨季節而變動，冬季藻類密度低，入夏後增高。換言之，春季後藻類密度漸增高，水環境隨之漸劣化。

小池之 Shannon 指數值較低，介於 2.3~3.0 間，平均 2.6，表示環境比大池略差。

水汙染指標

生長在水中的藻類對於水質的反應最直接，當水質受到污染時，水中滋長的藻種就會改變。在水中受到有機污染時，就滋長能適應有機污染的種類，稱為嗜汙染藻種。因此，我們可以應用藻類來一窺水中有機汙染的程度。腐水指標系統就是用來評估水中進行的腐化分解反應的程度，有機污染程度愈高，腐化分解反應愈劇烈，腐水度愈高。利用水中出現之指標藻種之權重、指標值及其出現之頻度來計算腐水度指標值(SI)。SI 值介於 0.5 至 3.5 間，指數值愈高表示有機污染愈嚴重。

依腐水度指標模式算得之大池的指標值介於 1.91~2.10，平均值為 2.00，屬於 β -中腐水級，表示它已受到若干程度之有機污染。小池之腐水度指標值介於 2.45~3.04，平均為 2.65，屬於 α -中腐水級水質，表示該水域受到之有機污染程度比大生態池高出許多。

生態池水質與限制營養鹽

一般淡水水域中對藻類生長影響最大的是氮或磷鹽，以總磷測值看，大池介於 164~260 $\mu\text{g/L}$ 間而小池則介於 79~89 $\mu\text{g/L}$ 間，則明顯看出二者差異很大，大池之污染程度要比小池高出許多。實際影響藻類生長的是溶解性的營養鹽，磷酸鹽在大、小池之測值介於 5.3~17.6 $\mu\text{g/L}$ 間，氨氮介於 0.01~1.29 mg/L 間，而硝酸氮介於 0.10~0.98

mg/L 間，從這些測值不易反映何者對藻類滋長有較大的影響。要確定氮或磷有較大的影響，一般常用氮磷比值 (N/P) 來評估，若比值大於 10 即表示 P 可能是限制營養鹽，低於此比值則 N 為限制營養鹽。大池之氮磷比值介於 38~72 之間，平均為 52.1。小池之氮磷比值較低，介於 23~60 間，平均為 35.8。顯示二個生態池均以磷為藻類生長的限制因子，而大池受到之氮污染 (如鳥類糞便) 程度較大，以致在生態系中，藻類生長時對 P 的需求量，相對於氮要大些。

水生植物生長所需的營養鹽和藻類相近，因此可以藉放養水生植物如水芙蓉，來達到淨化水質，水生植物對於削減有機污染和總磷特別有效。

結語

由水質和藻類相分析結果可看出，大、小生態池之水質都已呈現超優養化。水質優養化的程度與季節有關，冬季較低，入春後水溫和日照量

增高，使得水質優養化的程度隨之增高。大池之葉綠素 a 和總磷測值都很高，水濁並呈深綠色。由藻類相分析看出，二個生態池之水質都受到若干程度的有機污染，此污染造就了藍綠菌成為最優勢藻類。有機污染使得池中滋長一些會產生臭味的藻類如顫藻，而使生態池常水帶異味。有機污染除來自落葉、地表逕流水外，水鳥排遺及遊客投餌等應是主要來源，將來管理上應針對如何削減這類污染著手。

水生植物對去除水中有機污染和總磷等污染有很好的效果。生態池過去曾滋長許多水芙蓉，但目前已被完全清除，管理上如能以經營濕地之概念，讓生態池中維持適量的水芙蓉成長，如此不僅可以有效淨化水質，也可提供水生物棲息環境，使公園生態池之功能更多樣化，是一兼二顧的良策。



圖 13 生態池維持部分水生植物生長可有效改善水質